

# FRUITS

PE 159 (2)

Productions fruitières et horticoles des régions tropicales et méditerranéennes

BIBLIOTHEQUE
- 4 JUIN 1998
CIDARC



ELSEVIER

Vol. 53, n° 1 janvier-février 1998  
ISSN 0248-1294

FRUIAS





# Pilotage de l'irrigation des bananeraies sur sols ferrallitiques et sols vertiques en Guadeloupe : recherche d'indicateurs de l'état hydrique de la culture

Marc Dorel<sup>a\*</sup>

Harry Ozier-Lafontaine<sup>b</sup>

<sup>a</sup> Cirad-Filhor, BP 153,  
97202 Fort-de-France, France

<sup>b</sup> Inra, Unité agropédoclimatique  
de la zone caraïbe,  
Centre Antilles-Guyane, B.P. 515,  
97165 Pointe-à-Pitre, France

## Irrigation of banana plantations in ferralsols and vertisols in Guadeloupe: testing indicators for the water status of the crop.

**Abstract — Introduction.** In Guadeloupe, irrigation management according to agro-meteorologic parameters is far from perfect. Water and oxygen stress interfere with plant growth. In order to improve irrigation management, indicators for the water status of both banana plants and soils were tested. **Materials and methods.** Experiments were conducted under controlled conditions in greenhouses and in open fields, in ferralsols and vertisols. Three indicators were used for evaluating the water status of banana plants: the half-lamina angle, the latex brix index (LBI), and the cigar growing rate (CGR). A tensiometer measured the soil water potential in ferralsols, and Theresa sensors measured the swelling of the soil in vertisols. **Results.** Under controlled conditions, the latex brix index and the cigar growing rate accurately described the evolution of the banana water status. In ferralsols, the depth of soil tilling little affected the water status of an irrigated crop. For rainfed crops, the cigar growing rate was higher with deep soil tilling. In vertisols, the foliar emission rhythm was superior on well drained shallow hill sides which do not experience soil waterlogging detrimental to crop growth in deep soils. **Conclusion.** The water status of the crop must be analyzed with more sensitive tools than the indicators heretofore tested in the interest of improving irrigation management. Maintaining a soil moisture close to the field capacity appears nevertheless essential for optimal banana growth (© Elsevier, Paris).

Guadeloupe / *Musa* (bananas) / soil water balance / water potential / demand irrigation / soil types

## Pilotage de l'irrigation des bananeraies sur sols ferrallitiques et sols vertiques en Guadeloupe : recherche d'indicateurs de l'état hydrique de la culture.

**Résumé — Introduction.** En Guadeloupe, la gestion de l'irrigation à partir de données agrométéorologiques est très imparfaite. Des stress hydriques et anoxiques perturbent la croissance de la plante. Pour améliorer la conduite des irrigations, des indicateurs de l'état hydrique du bananier et du sol ont donc été recherchés. **Matériel et méthodes.** Des expérimentations ont été menées en milieu contrôlé sous serre et en plein champ sur sol ferrallitique et vertique. L'état hydrique du bananier a été évalué avec trois indicateurs : l'angle des demi-limbes, l'indice réfractométrique du latex (IRL), la vitesse de croissance du cigare (VCC). L'état hydrique du sol a été suivi par tensiométrie sur sol ferrallitique et par mesure de l'état de gonflement du sol sur vertisol, à l'aide de capteurs Theresa. **Résultats.** En milieu contrôlé IRL et VCC ont bien traduit l'évolution de l'état hydrique du bananier. Sur sol ferrallitique, la profondeur de travail du sol influe peu sur l'état hydrique d'une culture irriguée. Sous culture pluviale, VCC a été plus élevée avec un travail du sol profond. En sols vertiques, le rythme d'émission foliaire a été supérieur sur les sols de pente, peu profonds et bien drainés, permettant d'éviter les périodes d'engorgements qui pénalisent la croissance en sols profonds. **Conclusion.** Le fonctionnement hydrique du bananier doit être appréhendé avec des outils plus sensibles que les indicateurs testés jusqu'à présent pour permettre une optimisation de la conduite des irrigations. Le maintien d'une humidité du sol voisine de la capacité au champ semble cependant indispensable à une croissance optimale du bananier (© Elsevier, Paris).

Guadeloupe / *Musa* (bananes) / bilan hydrique du sol / potentiel hydrique / irrigation à la demande / type de sol

\* Correspondance et tirés à part

Reçu le 21 juillet 1997

Accepté le 26 novembre 1997

Fruits, 1998, vol. 53, p. 17-26

© Elsevier, Paris

RESUMEN ESPAÑOL, p. 26



## 1. introduction

En Guadeloupe, la culture de la banane (*Musa acuminata*, variété Grande naine) est généralement pratiquée dans des zones à bilan hydrique annuel excédentaire (pluviométrie supérieure à  $2\,000\text{ mm}\cdot\text{an}^{-1}$ ) sur des andosols et des sols à halloysite. Depuis quelques années, cependant, des bananeraies irriguées tendent fortement à se développer sur des sols très argileux – teneur en argile voisine de 80 % – de type ferrallitique (Sf) ou vertique (Sv). Dans ces sols, le volume d'eau disponible pour le bananier est souvent fortement réduit, en raison : a) d'une offre pluviométrique moins importante – inférieure à  $1\,800$  et  $1\,500\text{ mm}\cdot\text{an}^{-1}$  respectivement pour les Sf et les Sv – et fortement irrégulière ; b) de la faible propension du bananier à s'alimenter de façon correcte en dehors d'une gamme étroite de teneurs en eau proches de la capacité au champ [1] ; c) de la dégradation de la structure des sols liée à la mécanisation intensive de la culture [2, 3]. Celle-ci est souvent aggravée par les dégâts racinaires commis par des nématodes et champignons pathogènes [4]. Dans ces conditions, la gestion de l'irrigation à partir d'un bilan hydrique simplifié reposant sur le relevé de données agrométéorologiques [5, 6]) est très imparfaite. Des stress hydriques et anoxiques surviennent fréquemment, perturbant la croissance de la plante et affectant la qualité des fruits produits. Ainsi, au regard des critères de productivité et de qualité exigés pour une production intensive, les planteurs réclament des méthodes plus appropriées de gestion de l'irrigation à la parcelle.

Les propriétés physiques et hydrodynamiques des sols ferrallitiques et vertiques contrastent cependant fortement.

D'une manière générale, les sols ferrallitiques se caractérisent au champ par une vitesse de ressuyage élevée. Le sol atteint en quelques heures une teneur en eau voisine de la capacité au champ et son dessèchement est ensuite très

rapide. Ainsi, 2 à 3 d<sup>1</sup> après saturation du sol par les pluies, une irrigation est nécessaire pour satisfaire les besoins en eau du bananier. L'état structural du sol, fortement dépendant des pratiques culturales, est susceptible d'induire des variations importantes du comportement hydrique de ce sol [2]. Dans ce cas, les méthodes classiques de suivi des teneurs en eau à partir de tensiomètres ou sondes à neutrons sont facilement applicables.

À l'opposé, les sols vertiques se caractérisent par l'importance des phénomènes de retrait et de gonflement liés aux variations de l'état hydrique. Dans ces sols, la dynamique hydrique est fortement contingente de la dynamique porale. Trois domaines de porosité peuvent y être définis [7] : a) une porosité structurale d'origine biologique résultant de l'activité microbienne et racinaire ; l'eau contenue dans cette porosité est facilement utilisable par les plantes ; la vidange de cette porosité n'entraîne pas de retrait du sol ; b) une porosité matricielle fine dans laquelle les transferts d'eau sont très lents ; l'eau contenue dans ce type de pores est difficilement mobilisable par la plante ; la vidange de cette porosité entraîne une variation de volume du sol (retrait normal) ; c) une porosité fissurale qui résulte du retrait généré par la vidange des pores matriciels. Les fissures peuvent atteindre plusieurs centimètres de largeur et se propager jusqu'à 1 m de profondeur. Lorsque les pluies réhumectent le sol, ces fissures disparaissent. Une forte hétérogénéité des teneurs en eau du sol, liée à une circulation préférentielle de l'eau le long des fissures, peut cependant subsister [7]. Dans ces sols, l'importance des phénomènes de retrait-gonflement n'autorise pas l'utilisation d'instruments classiques comme les tensiomètres ou la sonde à neutrons, car le contact sol-captteur n'est en effet plus assuré lorsque le sol se dessèche. Des travaux effectués sur canne à sucre en Guadeloupe [8] ont montré que le début du stress hydrique coïncidait avec l'épuisement de l'eau

<sup>1</sup> d = day : unité recommandée pour « jour »

contenue dans la porosité structurale et le début de la consommation de l'eau matricielle. La variation de la teneur en eau matricielle entraîne des variations de volume du sol – gonflement-retrait – dont on peut mesurer la composante verticale. La mesure peut être effectuée à l'aide de capteurs appropriés : capteurs Theresa (transferts hydriques évalués par le retrait des sols argileux) [7]. Cette technique permet de situer l'apparition des conditions de stress hydrique ou d'anoxie. Elle peut être utilisée pour piloter les irrigations selon les principes suivants : en partant d'un sol humide, le début du retrait correspond à la consommation de l'eau matricielle et, par conséquent, à l'apparition du stress hydrique. Le début du gonflement équivaut à la saturation de la porosité structurale pouvant entraîner le risque d'asphyxie racinaire. Ce système de pilotage des irrigations mis au point sur canne à sucre par Guillaume [9] est en cours de validation sur banane.

Pour un pilotage efficace des irrigations, le diagnostic de l'alimentation hydrique ne peut pas reposer que sur des critères relatifs au sol. Ainsi, le début du stress hydrique doit pouvoir être estimé de manière précise à partir d'indicateurs relatifs à la plante [10]. Cependant, en raison des spécificités anatomiques et physiologiques du bananier, l'estimation de l'état hydrique à partir d'indicateurs classiques tels que le potentiel foliaire ou la mesure des flux de sève reste difficile. Une relation entre la concentration du latex exsudé et le potentiel hydrique du bananier a été mise en évidence par Milburn et al. [11] et Baker et al. [12]. La concentration du latex étant facilement mesurée avec un réfractomètre, cette piste est intéressante à tester pour la recherche d'indicateurs de l'état hydrique du bananier. D'autres indicateurs simples de l'état hydrique du bananier ont été évalués par différents auteurs : angle des demi-limbes [11, 13–15], vitesse d'élongation de la dernière feuille [16], ou rythme d'émission foliaire [17].

La mise au point de méthodes mieux adaptées à la gestion de l'irrigation d'une parcelle de bananiers nécessite donc que soient définis des indicateurs du fonctionnement hydrique spécifiques à la fois du type de sol concerné et de la variété étudiée. L'objectif de ce travail a été de tester différents indicateurs de l'état hydrique d'une culture de bananier *Musa acuminata* cv. Grande naine, menée dans les conditions de la Guadeloupe. Les expérimentations se sont appuyées sur le suivi de tests menés soit sur la plante en milieu contrôlé, soit, au champ, sur sols ferrallitiques ou vertiques. Les résultats obtenus permettent de discuter la fiabilité de divers indicateurs sol-plante et de valider leur utilisation à l'échelle de la parcelle cultivée, pour la conduite de l'irrigation.

## 2. matériel et méthodes

Trois expérimentations spécifiques ont été menées en Guadeloupe (16° 05' N - 61° 38' W) :

- la première a été effectuée en 1996, en milieu contrôlé sous serre ; seul le comportement hydrique de la plante a alors été étudié à partir de l'utilisation de trois indicateurs : l'indice réfractométrique du latex, la vitesse de croissance du cigare et la variation de l'angle des demi-limbes ;

- la seconde, également poursuivie en 1996, a été faite en plein champ sur sol ferrallitique ; elle a testé l'utilisation d'indicateurs hydriques de la plante associée à des mesures tensiométriques et à la caractérisation des propriétés physiques et hydrodynamiques du sol ;

- la troisième expérimentation, semblable à la précédente, a été effectuée, de 1996 à 1997, sur sol vertique ; cependant, les tensiomètres – inutilisables dans ce type de sol – ont été remplacés par des capteurs Theresa qui permettent d'estimer des teneurs en eau matricielles, à partir de la mesure de variations d'épaisseur de couches de sol.



## 2.1. expérimentation en milieu contrôlé

Des plants de *Musa acuminata* cv. Grande naine (groupe Cavendish) ont été cultivés en conteneurs de  $6 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3$  et ont subi deux traitements : un lot a été irrigué et un autre a été soumis à une dessiccation continue. La méthode adoptée a été celle proposée par Robelin [18] pour l'étude du comportement hydrique de plantes exposées à un déficit hydrique. Le paramètre RT de transpiration relative, mesuré par le rapport entre la transpiration de plantes non alimentées en eau et celle de plantes en confort hydrique, a été choisi comme élément de référence pour évaluer le degré de satisfaction hydrique. L'utilisation de cet indicateur RT a été confrontée à celles de l'indice de réfraction du latex, de la vitesse d'élongation du cigare et de l'angle des demi-limbes de la dernière feuille adulte.

La transpiration a été évaluée par pesées journalières des conteneurs. L'indice de réfraction a été mesuré chaque matin, au lever du soleil, sur le latex exsudé de coupures superficielles effectuées sur la nervure de la dernière feuille émise. La vitesse d'élongation du cigare a été estimée en  $\text{mm} \cdot \text{d}^{-1}$ . Les variations d'angle des limbes de la dernière feuille adulte ont été mesurées quotidiennement au lever du jour, à l'aide d'un rapporteur.

## 2.2. expérimentation sur sols ferrallitiques

Des courbes de rétention en eau ont été établies sur des mottes de  $1 \text{ cm}^3$ , représentatives des différents états structuraux rencontrés [19], en fixant le potentiel hydrique à l'aide d'un dispositif d'ultrafiltration Tessier et Berrier [20] et d'un appareil de Richards [21]. La conductivité hydraulique a été mesurée in situ avec un infiltromètre à succion contrôlée pour des potentiels de l'eau compris entre 0 et 10 cm (pF1).

Deux types de préparation du sol – l'une superficielle, l'autre profonde – ont été réalisés sur la parcelle expérimentale et, sur chacun d'eux, deux régimes hydriques contrastés – irrigué, non irrigué – ont été appliqués. Des profils racinaires ont été observés à la floraison. L'état hydrique du sol a été suivi par tensiométrie et celui du bananier a été estimé à partir des mêmes indicateurs que ceux qui ont été indiqués pour l'expérimentation en milieu contrôlé.

## 2.3. expérimentation sur sols vertiques

Les sols vertiques de Guadeloupe présentent, à l'échelle de la parcelle, une profondeur et un degré de pierrosité extrêmement variables. Sur les parties concaves, les sols sont profonds et, généralement, mal drainés. Sur les parties convexes, ils sont courts, pierreux et se dessèchent plus rapidement. En conséquence, trois emplacements spécifiques ont été choisis pour observer la croissance du bananier au sein d'une même parcelle irriguée au goutte-à-goutte sur la base d'un apport journalier calculé à partir de la mesure de l'ETM (évapotranspiration maximale) :

- l'emplacement 1 a été situé dans une partie concave, sur sols profonds présentant une pierrosité nulle,

- l'emplacement 2 a été défini à mi-pente sur un sol installé sur un banc de tuf corallien à 50 cm et présentant une pierrosité moyenne,

- l'emplacement 3 a été localisé au sommet d'une partie convexe, le banc de tuf corallien se trouvant alors à 20 cm et la pierrosité étant forte.

L'état hydrique de la culture a été estimé par le rythme hebdomadaire d'émission foliaire du bananier évalué sur chacun des trois emplacements. Le rythme d'émission foliaire a été estimé en notant chaque semaine le stade de déroulement du cigare [22]. Seul l'emplacement 1 a pu être équipé de capteurs Theresa pour le suivi des teneurs

en eau du sol. Ailleurs, la pierrosité, trop importante, n'a pas permis la mise en place des capteurs.

### 3. résultats

#### 3.1. fonctionnement hydrique de la plante en milieu contrôlé

En milieu contrôlé, les trois indicateurs testés – indice de réfraction du latex, vitesse d'élongation du cigare et angle foliaire de la dernière feuille adulte – réagissent plus ou moins rapidement lors du développement d'un stress hydrique révélé par l'observation, en parallèle, de l'évolution de la transpiration du bananier (*figure 1.a, b, c, d*). La vitesse d'élongation et l'indice de réfraction évoluent en bonne synchronisation avec ce facteur, alors que la réponse des angles foliaires au stress hydrique est tardive et brutale et se traduit, alors, par une augmentation importante des angles foliaires pour une faible variation de la transpiration.

En conséquence de ces observations, les variations de l'angle foliaire, bien que facilement observables au champ, constituent un indicateur trop peu sensible qui ne permet pas de situer précisément le début de l'installation d'un stress hydrique. En revanche, les paramètres « indice de réfraction du latex » et « vitesse de croissance du cigare » traduisent fidèlement l'évolution de l'état hydrique du bananier au cours du développement d'un stress hydrique.

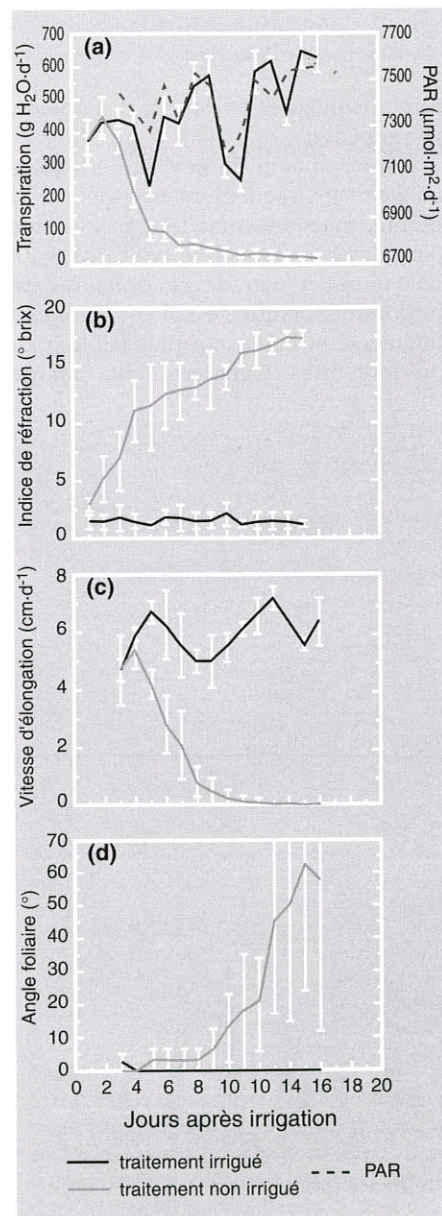
#### 3.2. comportement hydrique de la culture en sol ferrallitique

##### 3.2.1. rétention de l'eau

L'analyse des courbes de rétention en eau montre que les variations de la teneur en eau sont faibles pour des

potentiels compris entre  $pF = 2$  et  $pF = 3$  (*figure 2*). Au-delà de  $pF = 3$ , la teneur en eau diminue plus rapidement. La porosité moyenne permettant le stockage de l'eau à des potentiels compris entre  $pF = 2$  et  $pF = 3$  est donc peu importante dans un sol ferrallitique. La porosité semble répartie en deux principaux domaines :

– un domaine de porosité fine où l'eau est soumise principalement à des

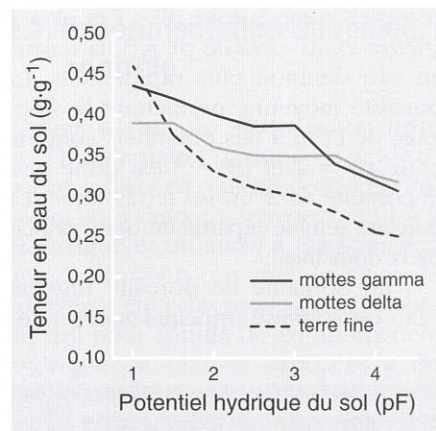


**Figure 1.** Évolution de différents indicateurs testés pour étudier l'état hydrique du bananier bénéficiant ou non d'irrigations ; mesure de :  
a. la transpiration,  
b. l'indice de réfraction du latex,  
c. la vitesse d'élongation du cigare,  
d. l'angle des limbes de la dernière feuille adulte  
(PAR : Photosynthetic active variation).

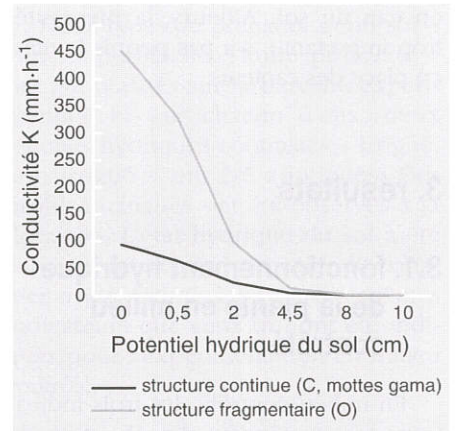


**Figure 2.**

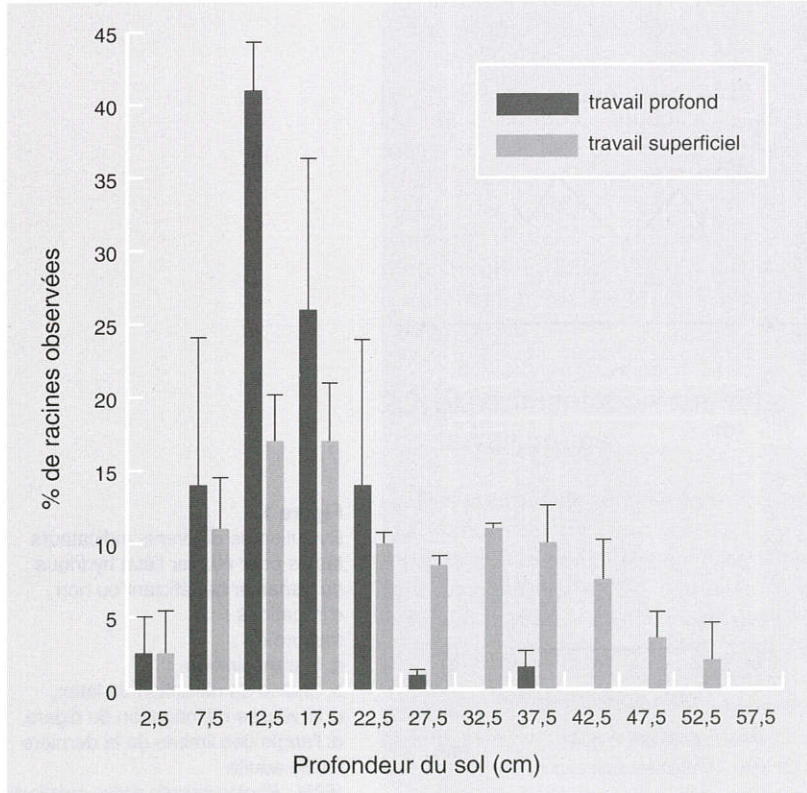
Évolution de la teneur en eau d'un sol ferrallitique en fonction de son potentiel hydrique, pour trois états structuraux du sol différents : terre fine (sol finement fragmenté), mottes delta (structure dégradée à état interne peu poreux) ou gamma (structure non dégradée à état interne poreux) selon Manichon [19]. Le potentiel hydrique est exprimé en pF.

**Figure 3.**

Évolution de la conductivité hydraulique d'un sol ferrallitique en fonction de son potentiel hydrique, pour deux états structuraux du sol différents : structure fragmentaire (O) et structure continue (C) avec des mottes gamma, telles que définies par Manichon [19]. Le potentiel hydrique est exprimé en cm.

**Figure 4.**

Répartition des racines, en bananeraies, sur sol ferrallitique, en fonction de deux types de travail du sol : travail profond et travail superficiel.



forces capillaires et difficile à mobiliser par la plante,

– un domaine de porosité grossière où l'eau est facilement utilisée par la plante, mais aussi facilement évacuée par gravité (potentiel de l'eau : pF < 2). Le volume d'eau de ce domaine est important lorsque le sol est finement fragmenté et beaucoup plus faible pour des structures dégradées à état interne

peu poreux – mottes delta selon Manichon [19] (figure 2).

### 3.2.2. conductivité hydraulique

Les valeurs de conductivité hydraulique mesurées, au champ, sur un horizon cultivé à structure fragmentaire (type O, selon Manichon [19]) et sur un horizon à structure continue (type C, selon Manichon [19]) montrent que la conductivité hydraulique, très forte à la saturation pour les deux états structuraux étudiés, décroît rapidement dès que le potentiel hydrique augmente (figure 3). À partir d'un potentiel hydrique de 10 cm (pF1), elle devient négligeable à l'échelle de la journée (< 0,1 mm·d⁻¹).

### 3.2.3. enracinement du bananier

La distribution des racines de bananier est fortement liée à la morphologie du profil cultural (figure 4). Avec un travail du sol superficiel, la quasi-totalité des racines est localisée entre 0 et 20 cm, alors qu'avec un travail du sol profond elles se répartissent de manière homogène entre 0 et 40 cm.

### 3.2.4. évolution du potentiel hydrique du sol

Le potentiel hydrique du sol, mesuré par tensiométrie, est resté faible dans les parties irriguées tout au long de la période étudiée, quel que soit le type de travail du sol réalisé ou la profondeur de sol considérée



(figure 5.a, b). Dans les parties non irriguées (figure 5.c, d), les tensions ont été plus élevées dans le cas d'un travail du sol profond (figure 5.d). Une extraction de l'eau plus forte dans le travail du sol profond, liée à un développement de la plante et à une prospection racinaire plus importants, pourrait expliquer ce phénomène.

### 3.2.5. état hydrique du bananier

Quel que soit le travail du sol effectué dans la bananeraie, l'indice de réfraction du latex, utilisé comme indicateur de l'état hydrique du bananier, est resté en permanence voisin de 0 en culture irriguée. En culture non irriguée, cet indice a varié en fonction des épisodes pluvieux, chaque pluie importante se traduisant par une diminution brutale de sa valeur (figure 6).

Après l'arrêt des pluies, alors que, par ailleurs, le sol restait au voisinage de la capacité au champ, l'indice de réfraction du latex augmentait rapidement. La mesure de cet indicateur ne permettrait donc pas de détecter une réponse instantanée de la plante au stress hydrique, mais pourrait intégrer, en revanche, son histoire hydrique au travers de l'adaptation progressive de la plante à des conditions plus sèches, par ajustement osmotique.

La vitesse d'élongation du cigare met en évidence une hiérarchie dans les traitements appliqués à la bananeraie : cette valeur est maximale sous irrigation ; en culture non irriguée, la croissance de la feuille est plus rapide avec un travail du sol profond qu'avec un travail du sol superficiel (figure 7). Il ne semble pas exister de relation évidente entre les variations journalières de l'état hydrique du sol et ce paramètre.

### 3.3. comportement hydrique de la culture en sols vertiques

En sols vertiques, le rythme d'émission foliaire du bananier, qui a été le paramètre choisi pour étudier de com-

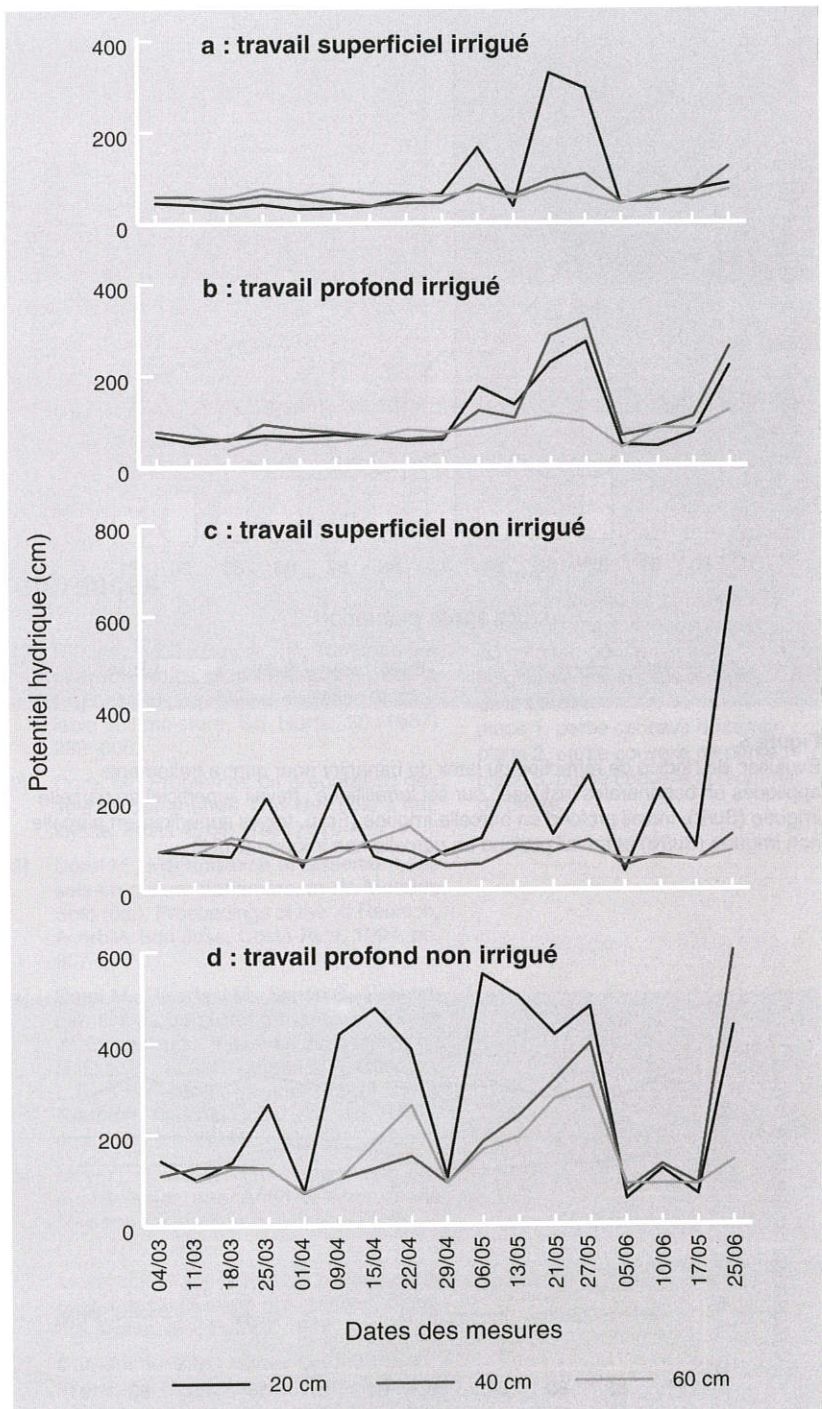
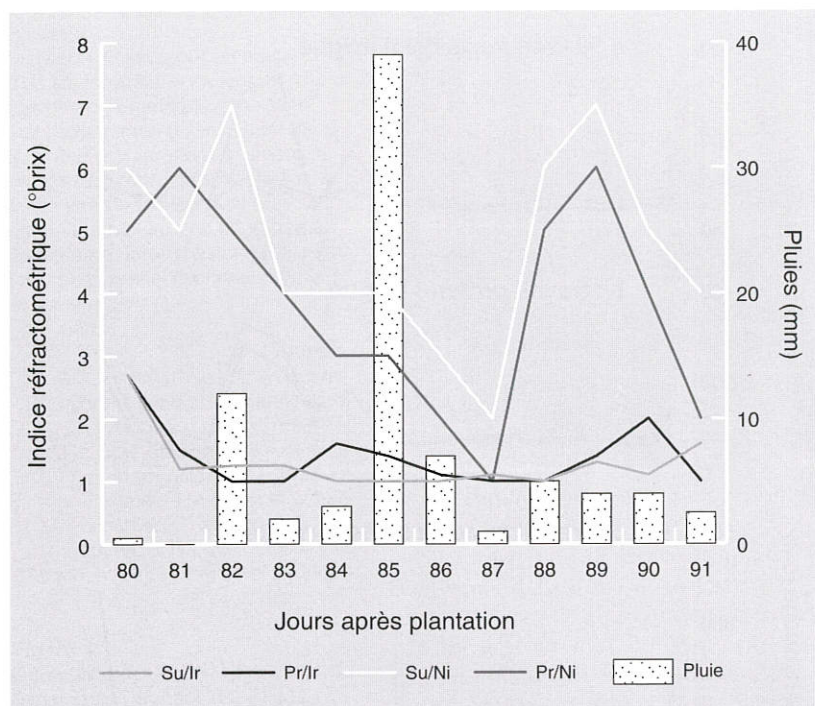


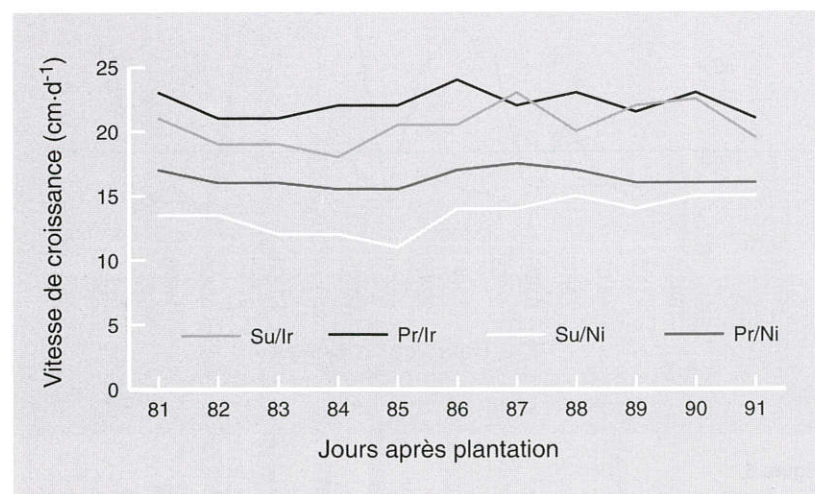
Figure 5.

Évolution du potentiel hydrique du sol d'une bananeraie installée sur sol ferrallitique, mesuré par tensiomètre à trois profondeurs : 20, 40 et 60 cm ; comparaison entre parcelles soumises à quatre traitements différents : a. travail superficiel en parcelle irriguée ; b. travail profond en parcelle irriguée ; c. travail superficiel en parcelle non irriguée ; d. travail profond en parcelle non irriguée.





**Figure 6.** Évolution de l'indice de réfraction du latex du bananier pour quatre traitements appliqués en bananeraies installées sur sol ferrallitique : travail superficiel en parcelle irriguée (Su/Ir), travail profond en parcelle irriguée (Pr/Ir), travail superficiel en parcelle non irriguée (Su/Ni) et travail profond en parcelle non irriguée (Pr/Ni).



**Figure 7.** Évolution de la vitesse de croissance journalière du cigare de bananier pour quatre traitements appliqués en bananeraies installées sur sol ferrallitique. Les traitements sont les mêmes que ceux présentés dans la figure 6.

portement hydrique des plants, a varié d'un emplacement à l'autre de la parcelle (figure 8) :

- sur l'emplacement 1, situé dans une partie concave du terrain, les capteurs Theresa ont révélé un gonflement quasi-permanent du sol : ces excès d'eau ont ralenti la croissance de la plante pendant toute la durée de l'expérimentation ;

- sur les emplacements 2 – à mi-pente – et 3 – partie convexe –, les périodes d'excès d'eau ont été de plus courte durée que sur l'emplacement 1, grâce à un ressuyage plus rapide du sol ; cela a favorisé la croissance des plants qui a été la meilleure pour les bananiers situés sur l'emplacement 3.

## 4. conclusion

Si, pour améliorer le potentiel productif du bananier, de nombreux travaux ont été consacrés à son amélioration génétique et à la recherche de résistances aux diverses maladies qui le menacent, la connaissance de son fonctionnement hydrique et la gestion de l'irrigation des bananeraies ont été souvent négligées.

Les études préliminaires présentées sont un préalable à la recherche d'indicateurs performants du fonctionnement hydrique de la culture du bananier, qui autoriseraient une meilleure gestion de l'irrigation dans les sols ferrallitiques et vertiques rencontrés en Guadeloupe.

Des indicateurs de plante identifiés auparavant en conditions contrôlées ont été testés en plantation. Les résultats obtenus au champ ne sont pas aussi convaincants que les arguments donnés par Milburn et al. [11] qui étaient favorables à l'utilisation de critères indicateurs du fonctionnement hydrique de la culture, tels que l'indice réfractométrique ou la vitesse de croissance du cigare. En effet, l'indice réfractométrique se révèle sensible à



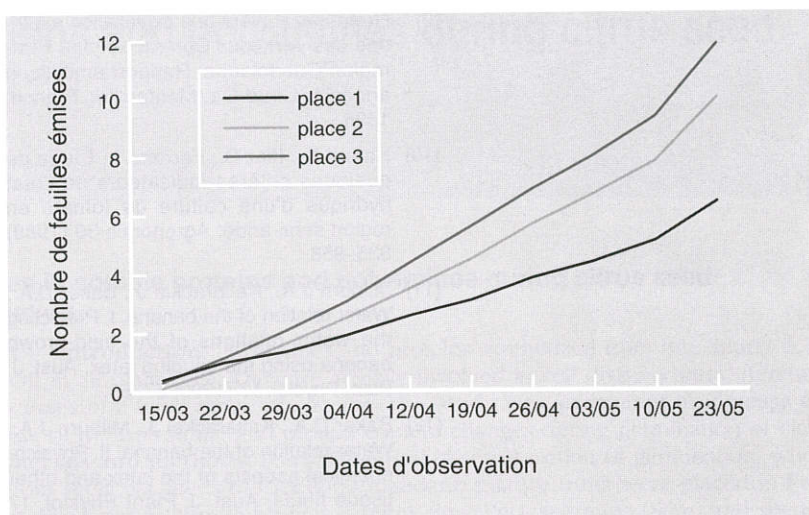
l'histoire hydrique du bananier, et la vitesse de croissance de la plante est délicate à utiliser, car elle est à la fois contingente de l'état hydrique et du stade de développement du bananier. Ces études mettent en évidence la nécessité d'appréhender le fonctionnement hydrique avec des outils plus sensibles, tels que la mesure des flux de sève ou des variations de diamètre d'organes. Ces aspects sont actuellement abordés en Guadeloupe dans le cadre d'expérimentations plus approfondies visant à déterminer de façon plus précise des seuils de stress.

Dans nos expérimentations sur sols ferrallitiques, la mesure simultanée de la vitesse de croissance du bananier et de la tension de l'eau dans le sol a permis de mettre en évidence un domaine de confort hydrique lorsque le potentiel hydrique du sol est voisin de  $pF = 2$ . Au-delà de ce seuil, la vitesse de croissance s'est avérée diminuer progressivement. Ces observations, ainsi que l'existence d'une porosité du sol inégalement répartie, conduisent donc à se fixer comme objectif d'irrigation un maintien du potentiel de l'eau aux environs de  $pF = 2$ .

Sur sols vertiques, la sensibilité de la croissance du bananier en conditions d'anoxie a été démontrée dans l'emplacement localisé en sol profond. Par ailleurs, la mise en place de cette expérimentation particulière a permis de souligner les limites d'utilisation du système Theresa, lorsque les mesures doivent être faites en dehors des sols profonds.

L'ensemble de ces travaux confirme qu'une gestion performante de l'irrigation en bananeraie ne pourra s'affranchir d'une bonne connaissance des transferts hydriques :

- dans le sol à partir d'une étude du devenir de l'eau dans les sols en fonction des pratiques culturales,
- dans la plante par la détermination de seuils de stress.



## références

- [1] Robinson J.C., Bower J.P., Transpiration characteristics of the banana leaves in response to progressive depletion of available soil moisture, *Sci. Hortic.* 30 (1987) 289–306.
- [2] Dorel M., Problèmes de préparation des sols en bananeraie. Cas des sols à halloysite, *Fruits* 46 (4) (1991) 419–427.
- [3] Dorel M., Mécanisation et tassement des sols en culture bananière, in : V. Morales Soto (éd.), *Proceedings of the XI Réunion, Acorbat, San Jose, Costa-Rica, 1994*, pp. 667–677.
- [4] Dorel M., Risède J.M., Simon S., L'enracinement du bananier dans les andosols de Guadeloupe. Influence du système de culture, in : M.A. Contreras, J.A. Guzman, L.R. Soto (éds), *Proceedings of the X Réunion, Acorbat, Villahermosa, Mexique, 1991*, pp. 27–40.
- [5] Meyer J.P., Schoch P.G., Besoins en eau du bananier aux Antilles. Mesure de l'évapotranspiration maximale, *Fruits* 31 (1) (1976) 3–19.
- [6] Meyer J.P., Proposition de bulletin d'irrigation des bananiers aux Antilles, Cirad-Irfa, Montpellier, France, 1978.
- [7] Cabidoche Y.M., Ozier-Lafontaine H., Theresa. I. Matric water content measurements through thickness variations in vertisols, *Agr. Water Manage.* (28) (1994) 133–147.
- [8] Ozier-Lafontaine H., Cabidoche Y.M., Theresa. II. Thickness variations of vertisols for indicating water status in soil and plants, *Agr. Water Manage.* 28 (1994) 149–161.

**Figure 8.**

Émission foliaire de bananiers installés sur sol vertique irrigué au goutte-à-goutte sur trois emplacements choisis au sein de la parcelle : place 1, partie concave du terrain ; place 2, partie convexe mi-pente ; place 3, partie convexe au sommet de pente.



- [9] Guillaume P., Vers une exploitation maîtrisée des vertisols. Contrat de plan État-région Guadeloupe, Rapport analytique année 1, Cirad-Ca, Montpellier, France, 1996.
- [10] Katerji N., Itier B., Ferreira I., Étude de quelques critères indicateurs de l'état hydrique d'une culture de tomate en région semi-aride, *Agronomie* 30 (1988) 835-858.
- [11] Milburn J.A., Kallarackal J., Baker D.A., Water relation of the banana. I. Predicting the water relations of the field-grown banana using the exuding latex, *Aust. J. Plant Physiol.* 17 (1990) 57-68.
- [12] Baker D.A., Kallarackal J., Milburn J.A., Water relation of the banana. II. Physico-chemical aspects of the latex and other tissue fluids, *Aust. J. Plant Physiol.* 17 (1990) 69-77.
- [13] Aubert B., Étude préliminaire des phénomènes de transpiration chez le bananier. Application à la détermination des besoins en irrigation dans les bananeraies d'Équateur, *Fruits* 23 (7) (1968) 357-381.
- [14] Aubert B., Particularités anatomiques liées au comportement hydrique des bananiers, *Fruits* 28 (9) (1973) 589-604.
- [15] Turner D.W., Lahav E., The growth of banana plants in relation to temperature, *Aust. J. Plant Physiol.* 10 (1983) 43-53.
- [16] Kallarackal J., Milburn J.A., Baker D.A., Water relation of the banana. III. Effect of controlled water stress on water potential transpiration, photosynthesis and leaf growth, *Aust. J. Plant Physiol.* 17 (1990) 79-90.
- [17] Asoegwu S.N., Obiefuna J.C., Effect of irrigation on late season plantains, *Trop. Agr. (Trinidad)* 64 (2) (1987) 139-143.
- [18] Robelin M., Contribution à l'étude du comportement du maïs grain vis-à-vis de la sécheresse, in : Journées internationales de l'irrigation, AGPM, Paris, France, 1963, pp. 69-76.
- [19] Manichon H., Influence des systèmes de culture sur le profil cultural. Élaboration d'une méthode de diagnostic basée sur l'observation morphologique, Thèse, Ina-PG, Paris, France, 1982.
- [20] Tessier D., Berrier J., Utilisation de la microscopie électronique à balayage dans l'étude des sols. Observation de sols humides soumis à différents pF, *Science du sol* 1 (1978) 67-82.
- [21] Richards L.A., A pressure-membrane extraction apparatus for soil solution, *Soil Sci.* 51 (1941) 377-386.
- [22] Ganry J., Action de la température et du rayonnement d'origine solaire sur la vitesse de croissance des feuilles de bananier (*Musa acuminata* Colla). Application à l'étude du rythme de développement de la plante en relation avec la productivité, thèse, université Paris-XII, Paris, France, 1980.

### Irrigación de los bananos en suelos lateríticos y vertisol en Guadalupe: búsqueda de indicadores del estado hídrico del cultivo

**Resumen — Introducción.** En la isla de Guadalupe, la gestión de la irrigación a partir de datos agrometeorológicos es muy imperfecta. El crecimiento de la planta se ve perturbado por stress hídricos y anóxicos. Para poder mejorar el control de los riegos se buscaron indicadores del estado hídrico del banano y del suelo. **Material y métodos.** Se llevaron a cabo unos experimentos en un medio controlado en invernadero y en el campo, y en suelo laterítico y vertisol. Se utilizaron tres indicadores para evaluar el estado hídrico del banano: el ángulo de los semilimbos, el índice refractométrico del látex (IRL), la velocidad de crecimiento del cogollo (VCC). Se hizo un seguimiento del estado hídrico del suelo empleando la tensiometría en suelo laterítico y la medida de hinchamiento del suelo en los tipos vertisol con ayuda de captadores Theresa. **Resultados.** En un medio controlado, el IRL y el VCC reflejaron bien la evolución del estado hídrico del banano. En el suelo laterítico, la profundidad del trabajo del suelo influye poco en el estado hídrico de un cultivo de regadío. En secano, la VCC fue más alta con un trabajo de suelo profundo. En suelos tipo vertisol, el ritmo de producción foliar fue superior en suelos en pendiente, poco profundos y bien avenados para evitar los periodos de empapamiento que reducen el crecimiento en suelos profundos. **Conclusión.** Para mejorar el control de los riegos se debe llegar a conocer, con instrumentos más sensibles que los indicadores hasta ahora probados, el funcionamiento hídrico del banano. No obstante, el mantenimiento de una humedad del suelo próxima de la capacidad de campo parece indispensable para un crecimiento óptimo del banano (© Elsevier, Paris).

**Guadeloupe / Musa (bananos) / balance hídrico del suelo / tensión de absorción / riego a la demanda / tipos de suelos**